

Direct current electro-chemical process liberates soaked limescale from metal water systems by dissolving contact interface

Publication number: DE19957406
Publication date: 2001-05-31
Inventor: ZEPPEFELD KAI (DE)
Applicant: ZEPPEFELD KAI (DE)
Classification:
- international: C02F1/46; C02F1/46; (IPC1-7): C02F1/461; C02F1/48
- european: C02F1/46C
Application number: DE19991057406 19991129
Priority number(s): DE19991057406 19991129

[Report a data error here](#)

Abstract of DE19957406

In a process to de-scale water pipes and tanks, a copper or stainless steel cathode electrode is introduced and coupled to a 6-12 volt direct current. The interior metal face of the tank functions as the anode. The subsequent electrolysis of water separates calcite, while the H^{+} ions released at the anode lower the pH, slightly dissolving the innermost layer of limescale which is liberated from the boiler inner face. Following its release from the boiler face, the encrustation falls away and may be completely removed by filtration or sedimentation. An electrode (4) is introduced to the center of a metal boiler tank (1) whose inner face is encrusted with water-soaked limescale (2) and containing calceous water (3). The electrode is connected to the negative side of a 6-12 volt d.c. supply to become a cathode, while the positive side is connected to the boiler metal wall to become an anode. The voltage (6) and current (5) are monitored by suitable instruments. Electrolysis splits water into hydrogen and oxygen. A concentration of OH^{-} ions is liberated at the cathode, combining with the Ca^{2+} ions present in solution to form and liberate calcite, reducing the calcite level present in water. The H^{+} ions liberated at the anode and boiler inner wall react with the HCO_3^{-} ions present in the water to carbonic acid and dissolved free CO_2 , sharply lowering the pH value and liberating the limescale from the boiler wall.

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 199 57 406 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
C 02 F 1/461
C 02 F 1/48

⑲ Aktenzeichen: 199 57 406.5
⑳ Anmeldetag: 29. 11. 1999
㉔ Offenlegungstag: 31. 5. 2001

DE 199 57 406 A 1

⑦① Anmelder:
Zeppenfeld, Kai, Dr.rer.nat., 59368 Werne, DE

⑦② Erfinder:
gleich Anmelder

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Ein elektrochemisches Verfahren zur Reinigung wasserführender Systeme und Anlagen von Kesselsteininkrustationen

⑤⑦ Es wird ein auf elektrochemischer Basis arbeitendes Verfahren zur Reinigung wasserführender Systeme und Anlagen von Kesselsteininkrustationen vorgeschlagen. Dabei wird eine Kupfer- oder Edelstahlelektrode in die wasserführende Anlage eingebracht, wobei an diese der positive Pol einer Gleichspannungsquelle angelegt wird. Der negative Pol der Spannungsquelle wird an der inkrustierten Metallinnenwand befestigt. Nach Anlegen einer Gleichspannung von ca. 6 bis 12 Volt wird durch die Wasserelektrolyse kathodisch Calcit abgeschieden, während die an der Kesselinnenwand anodisch erzeugten H⁺-Ionen zu einer pH-Wert-Erniedrigung führen. Dieses bewirkt eine geringe Auflösung der innersten Kesselsteinschicht, so daß der direkte Kontakt zwischen Steinbildung und Kesselwand nicht mehr gegeben ist. Die Folge ist dann eine rasche Entfernung der gesamten Inkrustation, welche mit Hilfe verschiedener Filtrations- und Sedimentationsverfahren beseitigt werden kann.

DE 199 57 406 A 1

Beschreibung

Kesselstein besteht in der Regel aus carbonatischen Calcium- und Magnesiumablagerungen.

Neben carbonatischen können, abhängig von der jeweiligen Wasserzusammensetzung, auch sulfatische, silicatische, oxidische und oxidhydratische Steinbildner auftreten. Kesselsteinablagerungen in wasserführenden Systemen und Anlagen können die Produktions- und Prozeßleistung erheblich beeinflussen. Besonders in Dampfkesseln reduzieren diese Ablagerungen direkt die Wärmeübertragung, führen zu höherem Energieverbrauch, höheren Metalltemperaturen und schließlich zum Versagen des Kessels. Solche Inkrustationen können, außer im Kessel selbst, auch zu Schwierigkeiten in den vor- und nachgeschalteten Rohrsystemen und Anlagen führen. Daher sind periodische Reinigungen ein Bestandteil der routinemäßigen Wartung und für die Einhaltung einer optimalen Prozeßleistung der Anlagen erforderlich.

Physikalische Reinigungsmethoden wurden als erstes entwickelt, und obwohl mittlerweile stark verbessert, bleiben sie doch im Grunde genommen sehr einfach und werden nur durch den notwendigen Arbeitsaufwand beschränkt. Zu diesen Methoden gehören z. B. das Einblasen von Luft, das Spülen mit Frischwasser oder Reinigen der Anlagen durch Sandwaschen. Das Einbringen von Bürsten oder Schwammgummikugeln sind weitere Reinigungsmethoden, die sich aber durch hohe Investitionskosten auszeichnen.

Traditionell werden auch eine Reihe von chemischen Verfahren wie z. B. die Reinigung mit Hilfe von sauren oder alkalischen Substanzen benutzt, die einzeln, kombiniert oder zusammen mit den physikalischen Reinigungen Anwendung finden. Heute werden vor allem auf dem Markt erhältliche Polyelektrolyte und Chelatbildner, die in der Lage sind, spezifische Ablagerungen zu beseitigen, eingesetzt.

Vor allem Säuren sind gut wirksam gegen Härteablagerungen wie z. B. gegen Calciumcarbonat und auch gegen Korrosionsprodukte. Obwohl einige Säurereinigungen im kontinuierlichen Betrieb möglich sind, werden die meisten während der Stillstandzeiten der Anlagen durchgeführt. Der zu reinigende Apparat wird von der Anlage isoliert, und die Säure wird im geschlossenen Tank durch den Anlagenteil geführt. Nachteilig wirkt sich dabei aus, daß eine solche Reinigung jedoch nur im Stillstand der Anlage möglich ist, weiterhin können die metallischen Wandungen der isolierten Apparate von der Säure korrodiert werden. Werden durch die Säure von der Metalloberfläche korrosionsschützende Eisen(III)-oxide entfernt, wirken die Fe^{3+} -Ionen, wenn sie in die Wasserphase eintreten, als Oxidationsmittel und führen so zu einer zusätzlichen Metallauflösung. Andere Nachteile der Säurereinigung sind hohe Investitionskosten, die Beseitigung von erschöpften Lösungen, spezifische Probleme in der Handhabung sowie Gefahren für das Betriebspersonal.

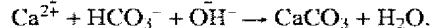
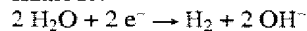
Aufgrund dieser auftretenden Schwierigkeiten wäre es wünschenswert, vor allem die carbonatischen Kesselsteinbildungen ohne die oben genannten aufwendigen physikalischen und chemischen Verfahren zu beseitigen. Es wird ein elektrochemisches Verfahren zur Reinigung wasserführender Systeme und Anlagen von technischen Carbonatinkrustationen vorgeschlagen, welches im folgenden an zwei Anwendungsbeispielen erläutert werden soll.

In einen metallischen Kessel (1), bei welchem die Innenwand mit einer Kesselsteinschicht (2) inkrustiert ist, wird eine größere Kupfer- oder Edelstahlelektrode (4) mittig in das kalkhaltige Kesselspeisewasser (3) eingebracht. An diese Elektrode wird der negative Pol einer Gleichspannungsquelle angelegt; der positive Pol wird darauf an der

Kesselwand befestigt, so daß die Kupfer- bzw. Edelstahlelektrode als Kathode, der Kessel selbst als Anode dient. Danach wird eine Gleichspannung von ca. 6 bis 12 Volt angelegt [Bestimmung durch ein Voltmeter (6)], wobei mit Hilfe eines Amperemeters (5) der Stromfluß zwischen den Elektroden verfolgt werden kann (s. Zeichnung a)). Dabei wird vorausgesetzt, daß die Kesselsteinbildung von dem im Kessel vorhandenen Wasser "durchnässt" ist.

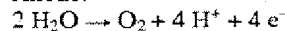
Durch die eintretende Elektrolyse wird das Wasser in seine Bestandteile Wasserstoff und Sauerstoff zerlegt. Weiterhin treten an der Kathode größere OH^- -Ionenkonzentrationen auf, die mit den in der Lösung vorhandenen Ca^{2+} -Ionen örtlich eine Calcitabscheidung bilden, wodurch der Calciumgehalt des Wassers verringert wird:

Kathode:



Die an der Anode und damit an der Kesselinnenwand erzeugten H^+ -Ionen reagieren mit den im Wasser vorhandenen HCO_3^- -Ionen zur freien Kohlensäure bzw. zum gelösten CO_2 , wodurch der pH-Wert örtlich stark erniedrigt wird:

Anode:



Die so zwischen der Metallinnenwand und der Steinbildung erzeugte pH-Wert-Erniedrigung führt zu einer, wenn auch geringen Auflösung der innersten Kesselsteinschicht, so daß der direkte Kontakt zwischen Steinbildung und Kesselwand nicht mehr gegeben ist. Die Folge ist dann eine rasche Entfernung bzw. "Absprengung" der gesamten Inkrustation, welche darauf abfiltriert oder sedimentiert werden kann. Da die Elektrolysedauer relativ kurz ist, sollten an der Metallwand keine Korrosionserscheinungen beobachtet werden.

Auch bei inkrustierten Rohrsystemen kann das elektrochemische Reinigungsverfahren Verwendung finden (s. Zeichnung b)). Ein mit einer Kesselsteinbildung (2) behaftetes metallisches Rohr (1) durch welches ein Leitungswasser (3) strömt, dient dabei wiederum selbst als Anode. In dieses kann dann mit Hilfe von Bürsten oder Kunststoffkugeln eine drahtförmige Kupfer- oder Edelstahlkathode (4) eingebracht werden, wobei nach Anlegen einer Gleichspannung von ca. 6 bis 12 Volt der Elektrolysestrom mit einem Amperemeter (5), und die Potentialdifferenz mit einem Voltmeter (6) gemessen werden können. Der durch die anodische H^+ -Ionenbildung entfernte Kesselstein wird dann durch den Wasserfluß weggespült und kann mit Hilfe verschiedener Filtrations- und Sedimentationsverfahren beseitigt werden.

Ein solches auf elektrochemischer Basis arbeitendes Reinigungsverfahren würde damit gegenüber den bisher verwendeten physikalischen und chemischen Verfahren technische, wirtschaftliche und auch ökologische Vorteile bieten. Der große Arbeitsaufwand und die hohen Investitionskosten der physikalischen Methoden könnten somit umgangen werden. Weiterhin kann das elektrochemische Verfahren immer im kontinuierlichen Betrieb angewendet werden, während die meisten chemischen Verfahren bei Stillstand der Anlagen durchgeführt werden müssen. Besonders in trinkwasserführenden Systemen eignen sich aufgrund der Gesundheitsschädlichkeit vieler chemischer Substanzen die chemischen Verfahren nur schlecht. Folglich könnte sich das elektrochemische Reinigungsverfahren vor allem bei der Entfernung von Carbonatinkrustationen als ein technisches und umwelt-

freundliches Verfahren durchsetzen, das als Alternative zu den bisherigen physikalischen und chemischen Methoden Verwendung findet.

Patentansprüche

5

1. Es wird ein elektrochemisches Verfahren zur Reinigung wasserführender Systeme und Anlagen von Kesselsteininkrustationen vorgeschlagen. Dieses ist **dadurch gekennzeichnet**, daß eine Kupfer- oder Edelmetallelektrode in das System eingebracht wird, wobei nach Anlegen einer Gleichspannung von 6 bis 12 Volt die eingebrachte Elektrode als Kathode, die inkrustierte, metallische Systeminnenwand selbst als Anode dient; durch die Wasserelektrolyse wird kathodisch Calcit abgeschieden, während die anodisch erzeugten H^+ -Ionen zu einer pH-Wert-Senkung und damit zu einer geringen Auflösung der innersten Steinschicht führen, was bewirkt, daß der direkte Kontakt zwischen Steinbildung und Kesselwand nicht mehr gegeben ist; die Folge ist dann eine rasche Entfernung der gesamten Inkrustation, welche mit Hilfe verschiedener Filtrations- und Sedimentationsverfahren beseitigt werden kann.

10

15

20

25

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

30

35

40

45

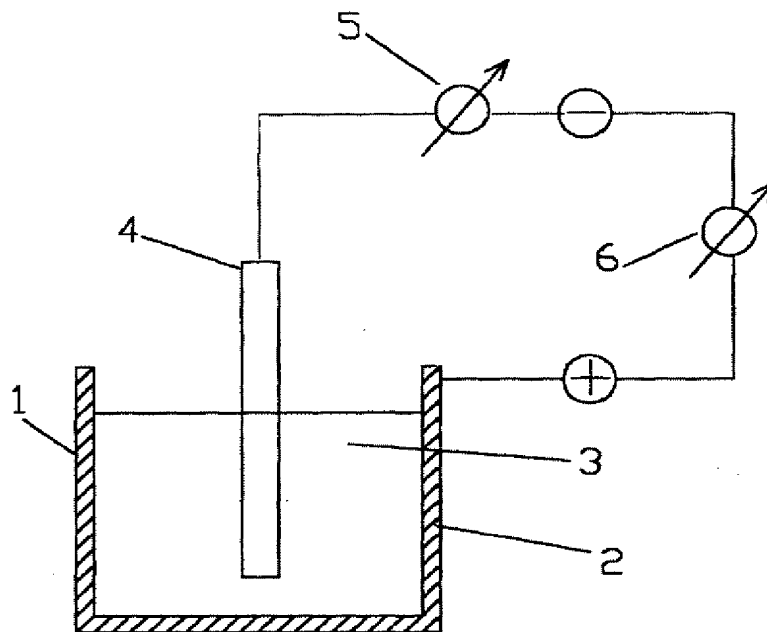
50

55

60

65

a)



b)

